



# Kuunteluaseman rakennushanke

Jyväskylän Sirius ry

Kuunteluaseman avajaisseminaari 7.12.2019

Harri Kiiskinen



# Miksi revontulien äänet kiinnostaa?

<https://www.gofinland.fi>

- *Kuuletko revontulet korvissasi? Älä pelkää, et ole tulossa hulluksi, sillä revontulien ääni ei ole pelkkää mielikuvituksen tuotetta. Viime vuosina tehtyjen mittausten perusteella revontulien äänet syntyvät 70 metrin korkeudessa ja ovat ihmiskorvan kuultavissa. **Revontulien synnyttämän rätisevän äänen alkuperä sen sijaan on yhä mysteeri.***

<https://www.gofinland.fi/revontulet>

- *Can you hear the Northern Lights? Don't worry, you're not going crazy! The recent studies prove that the Northern Lights create crackling sounds as near as 70 m above the ground which means that human ears can indeed hear them. **The origin of these sounds is still a bit of a mystery.*** <https://www.gofinland.fi/en/northern-lights>



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

# Idea revontulien kuunteluasemasta

- Revontuliseminaari  
19.11.2016
- Revontuli,  
Hankasalmi
- Idea pysyvän  
kuunteluaseman  
perustamisesta
- Professori,  
rahoittaja, idean  
toteuttaja jne.  
saman kahvipöydän  
ympärillä
- Vuosi 2017 'idean  
kypsyttelyä'



# Hankkeen perustiedot

- Revontulien kuuntelulaitteisto Hankasalmen observatorioon
  - Hankkeen alustava ideointi Revontuliseminaarissa lokakuussa 2016
- Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelma 2014-2020
  - Leader-ryhmä Maaseutukehitys ry
  - Yleishyödyllinen investointihanke
- Kokonaisbudjetti 29823€
  - Avustus 70% (20876€)
  - Koroton kehittämislaina Hankasalmen kunnalta rakennusaikaisten kustannusten kattamiseen n. 8000€
- Aikataulu 1.7.2018 – 31.12.2019
  - Vireilletulopäivä 12.6.2018, Rahoituspäätös 20.9.2018, aloituspalaveri 24.10.2018
  - Loppuraportti ja viimeinen maksatushakemus 30.4.2020

# Hankasalmen observatorio

- Siriuksen etäkäytettävä maaseutuobservatorio
- Murtoisten vanha kyläkoulu
  - Murtoistentie 116, Hankasalmi
- Observatorio rakennettiin vuonna 2006 EU-hankkeena
- Aktiivista kansainvälistä havaintotoimintaa
- Kymmeniä tieteellisiä artikkeleita



Valokuvaus  
Taivaskamera



Avaruussää  
Magnetometri



Auringon aktiivisuus  
Radioteleskooppi

Revontulien havaintolaitteet



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



# Hankkeen sisältö

- Murtoisten observatoriorakennuksen alakerran eristystyö laitetilaksi
  - Lämmin tila kaikille laitteille
  - Koulurakennuksen huoneesta luovutaan
  - Noin 2/3 hankkeen kustannuksista
- Kuunteluaseman laitteisto
  - Mikrofonit
  - VLF.antenni
  - Jalustat + sääsuojaus
  - Vahvistimet
  - Äänen digitointi ja tallennus
  - Noin 1/3 hankkeen kustannuksista



# Budjetti

- Hanke sisältää merkittävästi Talkootyötä
  - 410h \* 15€/h = 6150€
- Talkootyön jokainen tunti raportoitava
  - Tuntikortti = kuitti
- Siriuksen omarahoitus 2794€

## Jyväskylän Sirius Ry

Automaattinen mittausasema revontulien äänten tutkimiseksi

Hankasalmi Observatory

### Kustannusarvio

| Kiinteät laitteet revontulien kuunteluun | Hinta (ALV 0%)  | ALV | Hinta+ALV       | Yhteensä        |
|------------------------------------------|-----------------|-----|-----------------|-----------------|
| 1 Mikrofonit (4*2 kpl)                   | 8,061 €         | 24% | 9,996 €         |                 |
| 2 Vahvistimet                            | 483 €           | 24% | 599 €           |                 |
| 3 Paraboloidiheijastin                   | 400 €           | 24% | 496 €           |                 |
| 4 Äänilähden kalibrointiin               | 490 €           | 24% | 608 €           |                 |
| 5 Kaapelointi                            | 200 €           | 24% | 248 €           |                 |
| 6 Tarvikkeet luukkuihin                  | 500 €           | 24% | 620 €           |                 |
|                                          |                 |     |                 | 12,567 €        |
| <b>Koneet ja laitteet</b>                |                 |     |                 |                 |
| 1 Tietokone                              | 500 €           | 24% | 620 €           | 620 €           |
| 2                                        |                 |     |                 |                 |
| <b>Yhteensä</b>                          | <b>10,634 €</b> |     | <b>13,187 €</b> | <b>13,187 €</b> |

| Rakennuskustannukset            | Materiaali     | Työn osuus     | Yhteensä        | Työn osuus %    |
|---------------------------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| <b>Lämmitetty laitehuone</b>    |                |                |                 |                 |
| 1 Rakennuttajan kustannukset    | 1,000 €        | 500 €          | 1,500 €         | 33%             |
| 2 Suunnittelu                   | - €            | 500 €          | 500 €           | 100%            |
| 3 Työnjohto ja työmaahankinnat  | 1,300 €        | 1,000 €        | 2,300 €         | 43%             |
| 4 Ulkoseinät                    | 1,535 €        | 780 €          | 2,315 €         | 34%             |
| 5 Yläpohja                      | 1,267 €        | 830 €          | 2,097 €         | 40%             |
| 6 Väliseinä                     | 393 €          | 254 €          | 647 €           | 39%             |
| 7 Alapohja                      | 1,334 €        | 737 €          | 2,071 €         | 36%             |
| 8 Lämmitys                      | 900 €          | 900 €          | 1,800 €         | 50%             |
| 9 Ovien ja ikkunoiden kunnostus | - €            | 651 €          | 651 €           | 100%            |
| 10                              |                |                |                 |                 |
| <b>Yhteensä</b>                 | <b>7,729 €</b> | <b>6,152 €</b> | <b>13,881 €</b> | <b>13,881 €</b> |
| <b>Yhteensä + ALV</b>           | <b>9,584 €</b> | <b>6,152 €</b> | <b>15,736 €</b> | <b>15,736 €</b> |

|                              |            |            |              |                 |
|------------------------------|------------|------------|--------------|-----------------|
| <b>Muut kustannukset</b>     |            |            |              |                 |
| 1 Matkakustannukset          |            |            | 500 €        |                 |
| 2 Avajaisseminaari           |            |            | 400 €        |                 |
| 3                            |            |            |              |                 |
| 4                            |            |            |              |                 |
| <b>Yhteensä</b>              | <b>- €</b> | <b>- €</b> | <b>900 €</b> | <b>900 €</b>    |
| <b>Kustannukset yhteensä</b> |            |            |              | <b>29,823 €</b> |

### Rahoitusuunnitelma

|                                  | Rahoitusosuus | Rakennus-materiaalit         | Kiinteät kuuntelulaitteet | Muut         | Yhteensä        |
|----------------------------------|---------------|------------------------------|---------------------------|--------------|-----------------|
| <b>Julkinen rahoitus</b>         |               |                              |                           |              |                 |
| TE-keskus                        | 70%           | 9,584 €                      | 11,293 €                  |              | 20,877 €        |
| <b>Yksityinen rahoitus</b>       |               |                              |                           |              |                 |
| Omarahoitus Jyväskylän Sirius ry | 9%            |                              | 1,894 €                   | 900 €        | 2,794 €         |
| Talkootyö, luontaisuuoritus      | 21%           | 6,152 €                      |                           |              | 6,152 €         |
| <b>Rahoitus yhteensä</b>         | <b>100%</b>   | <b>15,736 €</b>              | <b>13,187 €</b>           | <b>900 €</b> | <b>29,823 €</b> |
| Talkootyötunnin arvo1            |               | 15.00 €/h                    |                           |              |                 |
| Omarahoitusosuus                 |               | 410 h talkootyötä (ä 15 €/h) |                           |              |                 |
| Talkootyö                        |               | 2.8 htkk                     |                           |              |                 |



# Lehdistötiedote 21.9.2018



## Revontulien kuunteluasema rakennetaan Hankasalmen Observatorioon

Jyväskylän Sirius ry:n Hankasalmen observatorioon rakennetaan maailman ensimmäinen revontulien äänen tutkimiseen tarkoitettu havaintoasema.

Revontulien syntymekanismi tunnetaan tänä päivänä varsin hyvin, samoin kuin revontulien esiintymiskorkeus, noin 100 km. Revontulista peräisin olevien äänien olemassaolo on edelleen ratkaisematon arvoitus. Kansanperinteessä on lukuisia joukko tarinoita revontulien kolinasta tai huminasta. Revontulien aiheuttamien äänien olemassaoloa ei kuitenkaan tähän päivään saakka ole kuitenkaan pystytty kiistattomasti todentamaan tai väitettäväksi kumoamaan. Aalto-yliopiston emeritusprofessori Unto K. Laine onnistui maaliskuussa 2013 äänittämään "kohahduksen", joka mahdollisesti oli peräisin revontulista. Prof. Laine on kehittänyt teorian, jonka mukaan äänet muodostuvat revontulien induisoimina huomattavasti alempana kuin itse valoilmiö, ja ovat siksi kuultavissa.

Kuunteluaseman sijoittaminen Hankasalmelle on perusteltua, sillä Hankasalmen observatorion yhteydessä ovat jo revontulien havainnointiin tarkoitettu ilmatieteenlaitoksen magnetometri sekä Jyväskylän Sirius ry:n revontulikamera. Nämä molemmat laitteet yhdyssä tämän hankkeen puitteissa toteutettavan äänen havainnointiaseman kanssa muodostavat ainutlaatuisen havaintolaitteistokokonaisuuden, mitä ei ole missään muualla maailmassa. Havaintoaseman suunnittelu on tehty yhteistyössä prof. Laineen kanssa.

Hankkeen kustannusarvio on 30000€. Hankkeelle on 20.9.2018 myönnetty Leader Maaseutukeitys ry:n rahoitusta Manner-Suomen maaseudun kehittämisohjelmasta. Jyväskylän Sirius ry toteuttaa hankkeen pääosin jäsenistön talkoovoimin vuoden 2019 loppuun mennessä.

Lisätietoja:

Arto Oksanen  
[arto.oksanen@jksirius.fi](mailto:arto.oksanen@jksirius.fi)  
040 565 9438

Harri Kiiskinen  
[harri.kiiskinen@jksirius.fi](mailto:harri.kiiskinen@jksirius.fi)  
040 527 3853



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahoitus:  
Europea investoi maaseutualueisiin

LEADER

Maaseutukeitys

Tiedote 21.9.2018  
Jyväskylän Sirius ry  
Julkaisuvapaa heti



asta  
Sirius ry.

## Auroral sounds

POSTED ON 13.10.2018 BY SIRIUS



Auroras listening post is coming to Hankasalmi Observatory

The Finnish astronomical club Jyväskylän Sirius ry's Hankasalmi observatory is going to get the world's first listening post, solely dedicated to the research of Auroras' mysterious sounds.

The way how auroras are formed is very well known, as well as the height of where the auroras occur, in about 100 km (62 miles). But in folklore there are a lot of stories about auroras producing humming, clapping and cracking sounds. But still the claim, that auroras produce sounds, is not scientifically proven. Professor Unto K. Laine from the Aalto University managed to record one of these sounds in March 2013 and in October 2018. Professor Laine has a hypothesis (Figure 1), that the sounds are formed by auroras at far more lower altitude than the lights, and therefore the sounds can be heard at the ground level.

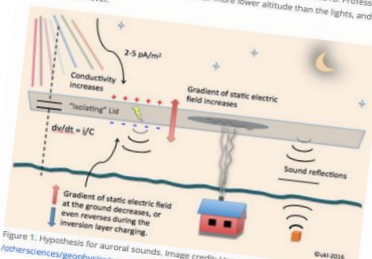


Figure 1. Hypothesis for auroral sounds. Image credit: Unto Laine / Aalto University. <http://www.sci-news.com/othersciences/geophysics/sounds-northern-lights-03980.html>

Hankasalmi observatory is the best location for the auroras listening post, because at the observatory area there is already an all-sky aurora camera and a magnetometer from the Finnish Meteorological Institute. Already existing instruments combined with acoustic listening post form a unique aurora observatory which is not found anywhere in the world. Aurora listening equipment has been designed with professor Laine.

The project has been funded by the Finnish Rural Development Program for Mainland Finland. The listening post will be built during 2019.

The European Agricultural Fund  
for Rural Development  
Europe investing in rural areas

LEADER

Maaseutukeitys



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahoitus:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



# Hanke mediassa

- [MTV 21.9.2018 – Tältäkö revontulet kuulostavat? – Havaintoasema perkaamaan mystisten ”kohahdusten” syntyä superherkillä mikrofoneilla](#)
- [YLE 11.10.2018 – Ääntelevätkö ne vai eivät? Hankasalmen observatorio aloittaa revontulien kuuntelun ainutlaatuisella havaintoasemalla](#)
- [Keskisuomalainen 14.10.2018 – Professorin nauhalle tallentui kohahdus, mutta revontulien äänet ovat yhä mysteeri – Hankasalmelle rakennetaan maailman ensimmäinen kuunteluasema](#)
- [Spaceweather.com 16.10.2018 – First Aurora Listening Post Established](#)

# Tornirakennuksen alakerta

## Vuodet 2006 - 2018



# 7.12.2018



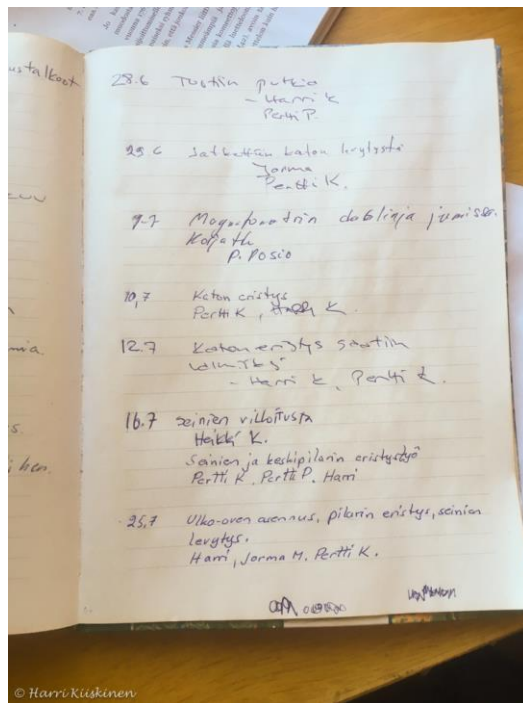
Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahoitus:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



# Kesäkuu 2019



# Heinäkuu 2019





# Elokuu 2019





# Syyskuu 2019



© Harri Kuiskinen



© Harri Kuiskinen



© Harri Kuiskinen



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

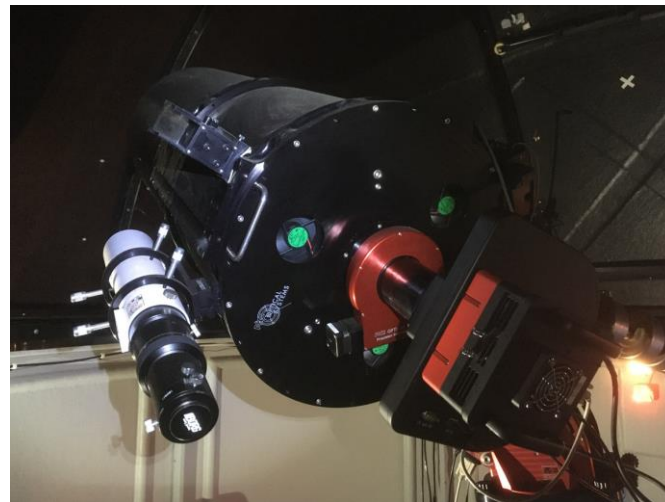
# Lokakuu 2019







# Marraskuu 2019



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin





# Joulukuu 2019



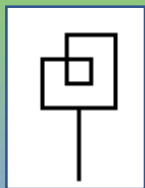
Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahoitus:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin

# Revontulet

- Revontulten alkuperäinen energianlähde on Aurinko, vaikka itse **revontulivalo syntyykin Maan yläilmakehässä noin 100–200 kilometrin korkeudella.**
- Revontulet aiheuttaa aurinkotuulen korkeaenergiaisten hiukkasten vuorovaikutus maan yläilmakehän atomien kanssa.
- Korkeaenergiaiset hiukkaset, yleensä elektronit, voivat virittää neutraalin kaasun valenssielektronit, jotka palatessaan viritystilastaan alemmalle energiatilalle säteilevät fotoneja. Samankaltainen luminesenssi-ilmiö tapahtuu neonlampussa.
- Valon väri riippuu kaasuatomeista, johon hiukkanen törmää, ja niiden energiatiloista. Vihreä väri syntyy yksiatomisesta hapesta (valon aallonpituus 557,7 nm) noin 100-150 kilometrin korkeudessa, ja sitä ylempänä punainen yksiatomisesta hapesta (630,0 nm). Sininen väri syntyy typestä.
- <https://ilmatieteenlaitos.fi/tietoa-revontulista>, <https://fi.wikipedia.org/wiki/Revontulet>
- **Mistä revontulien äänet ovat peräisin?**

# Revontulien kuunteluasema

## Uudet mittalaitteet



**Sähkömagneettinen pulssi**  
VHF antenni



**Äänen suunta**  
Monimikrofonijärjestelmä



**Inversiokerroksen paikka**  
Äänen heijastus



**Valokuvaus**  
Taivaskamera



**Avaruussää**  
Magnetometri



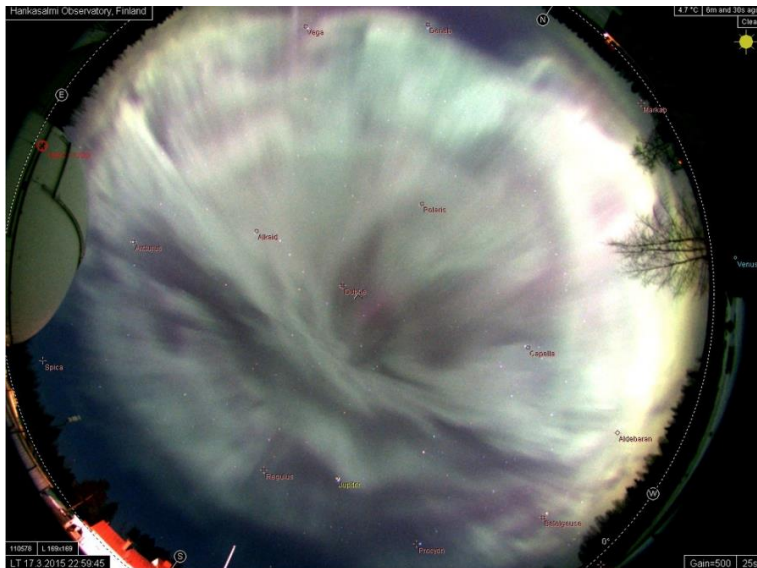
**Auringon aktiivisuus**  
Radioteleskooppi

## Revontulien havaintolaitteet



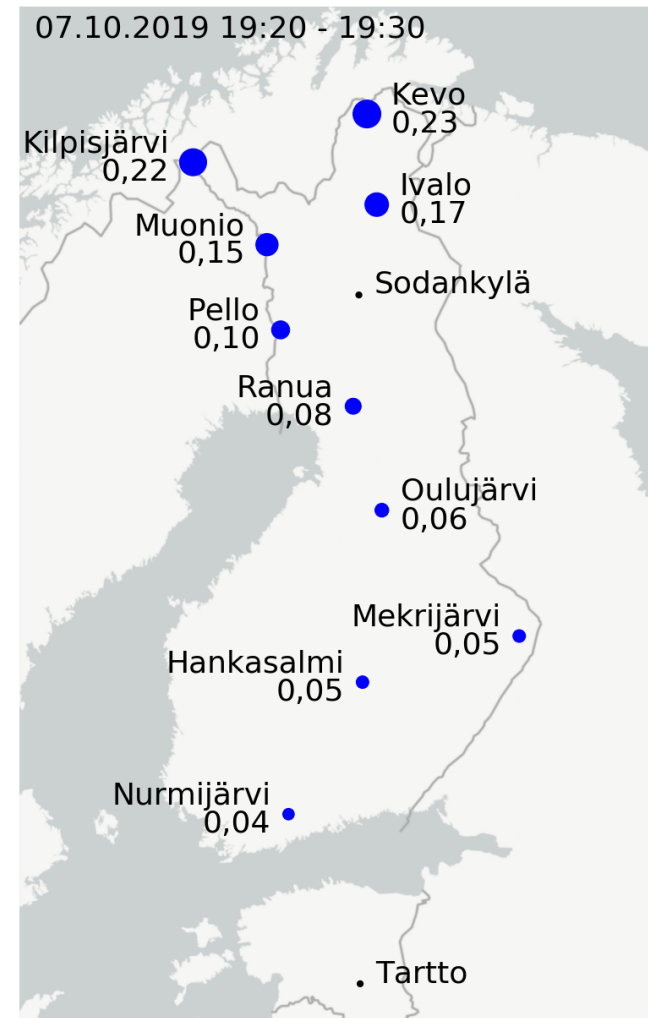
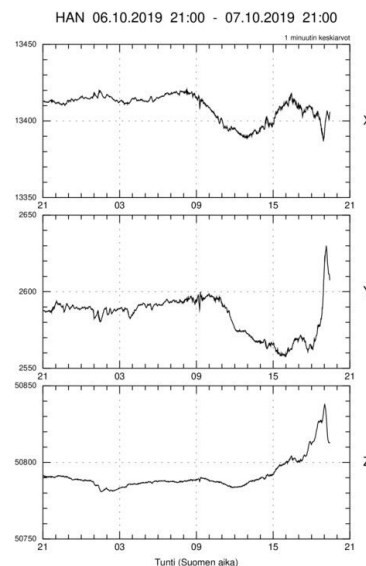
# Allsky-kamera

- Omea -1.3M
  - 185x165 deg
  - F=1.8 mm f/1.4
  - 8.9 arcmin/pix
- <http://murtainen.jklsirius.fi/ccd/skywatch>



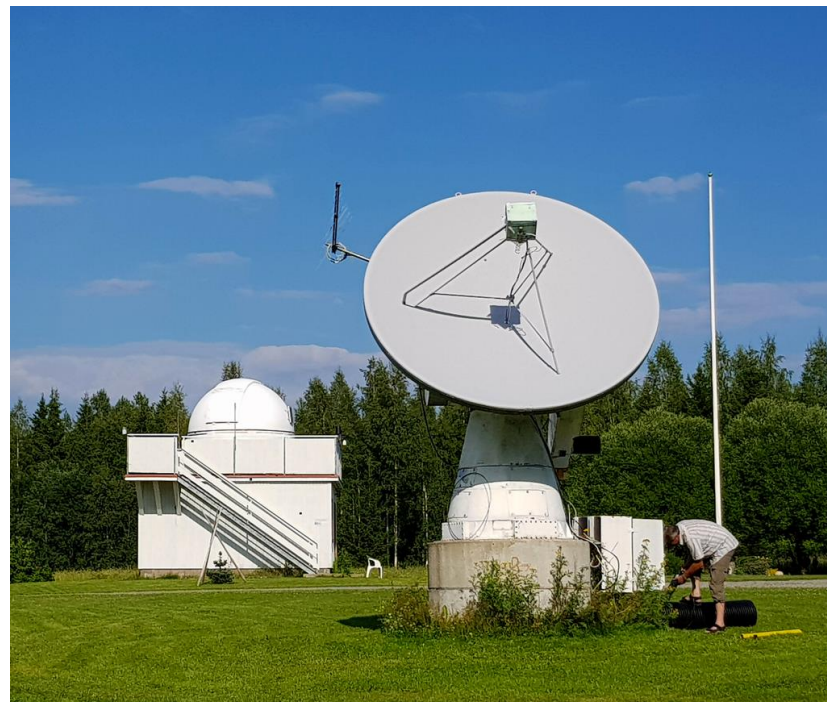
# Magneettikentän mittaaminen

- Suomessa 11 mittauspistettä
  - Yksi mittauspiste Hankasalmen observatoriolla
  - Mittaus 10 s välein
- Auroras Now
- <https://ilmatieteenlaitos.fi/revontulet-ja-avaruussaa>
- [http://aurorasnow.fmi.fi/public\\_service/](http://aurorasnow.fmi.fi/public_service/)

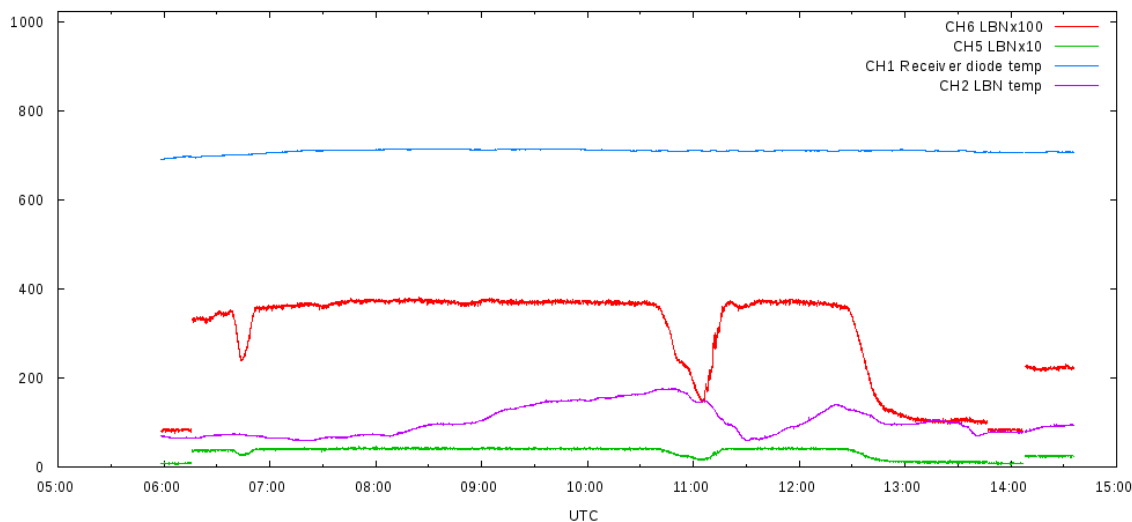


# Radioteleskooppi

- 3m radioteleskooppi,
  - 10-11 GHz taajuus
  - diodivastaanotin
  - 100 Hz näytteenottotaajuus
- <http://murtoinen.jklsirius.fi:8888/jsDatePick/sun-plots.html>

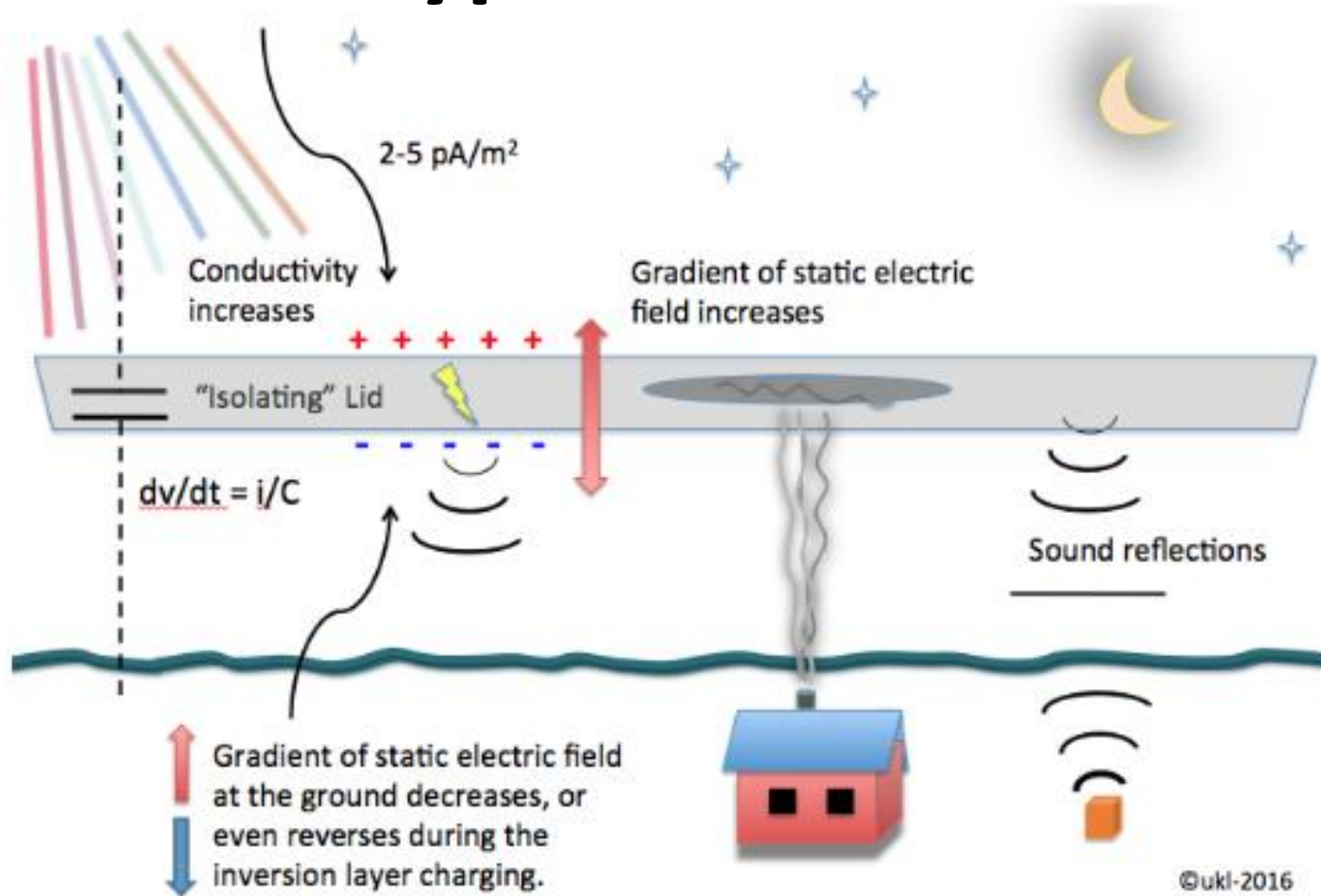


2019-10-07





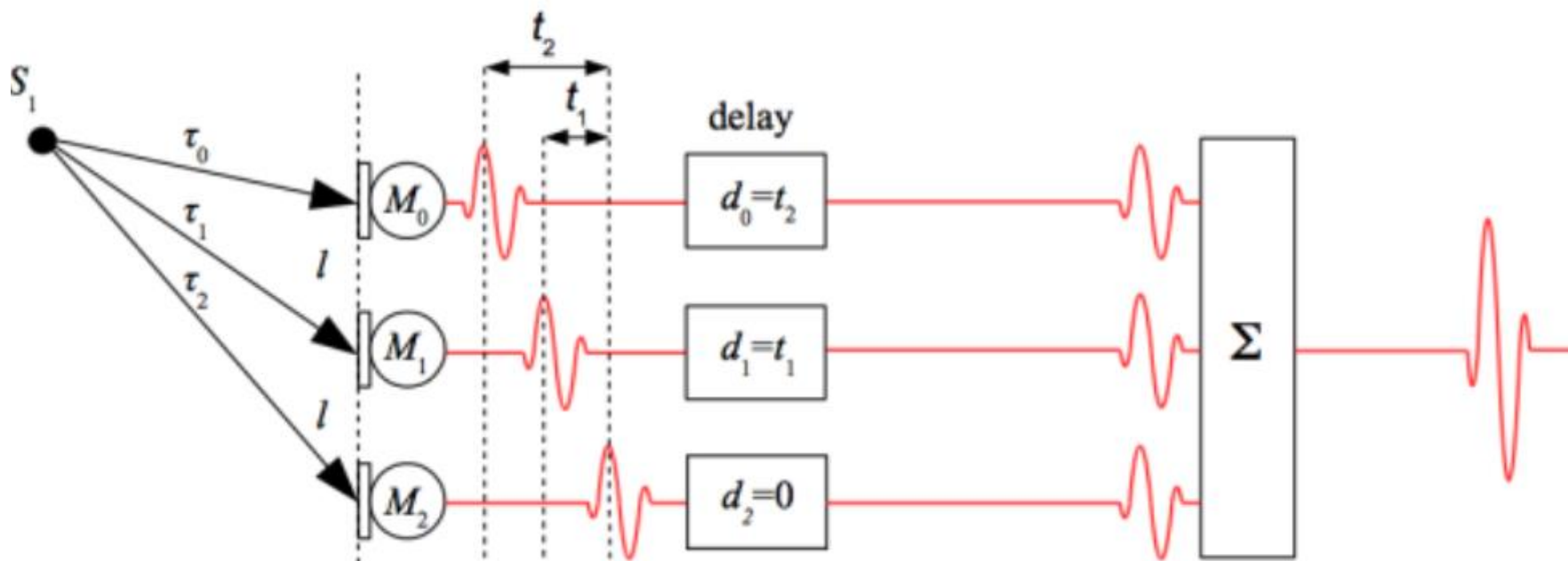
# Inversiohypoteesi



Laine, U.K. (2016) Auroral Acoustics project – a progress report with a new hypothesis.  
[https://www.researchgate.net/publication/304252270\\_Auroral\\_Acoustics\\_project\\_-\\_a\\_progress\\_report\\_with\\_a\\_new\\_hypothesis](https://www.researchgate.net/publication/304252270_Auroral_Acoustics_project_-_a_progress_report_with_a_new_hypothesis)

# Äänihavainto ja äänilähteen sijainnin määrittäminen

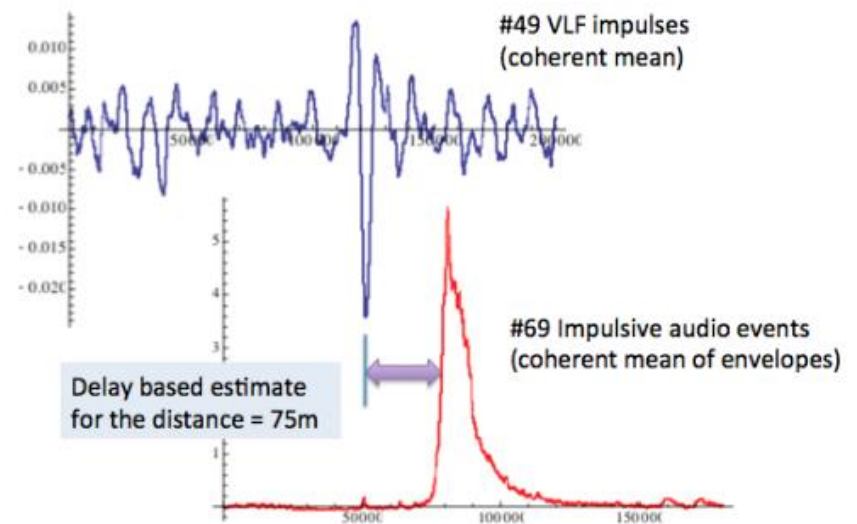
- Monimikrofonijärjestelmä – microphone array
- Äänen nopeus ilmassa 343 m/s
  - Mikrofonien väli 6 m  $\Rightarrow$  0.017 s



<http://yuandenghub.com/dsp-system/microphone-array-for-audio-signal-processing/>

# Sähkömagneettinen pulssi

- Inversiokerroksen purkauksesta aiheutuva sähkömagneettinen pulssi
- VLF-antenni



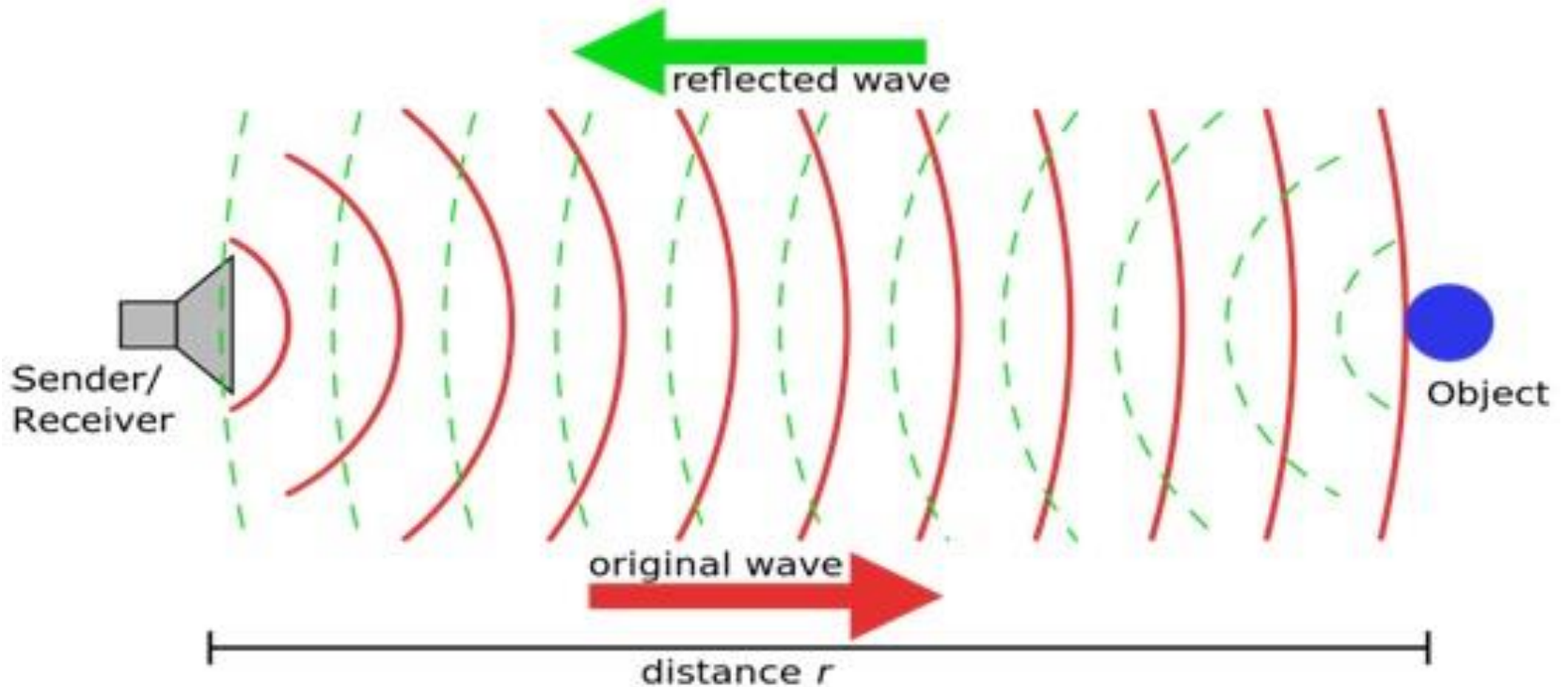
Laine, U.K. (2016) Auroral Acoustics project – a progress report with a new hypothesis.

[https://www.researchgate.net/publication/304252270\\_Auroral\\_Acoustics\\_project\\_-\\_a\\_progress\\_report\\_with\\_a\\_new\\_hypothesis](https://www.researchgate.net/publication/304252270_Auroral_Acoustics_project_-_a_progress_report_with_a_new_hypothesis)



# Inversiokerroksen paikka

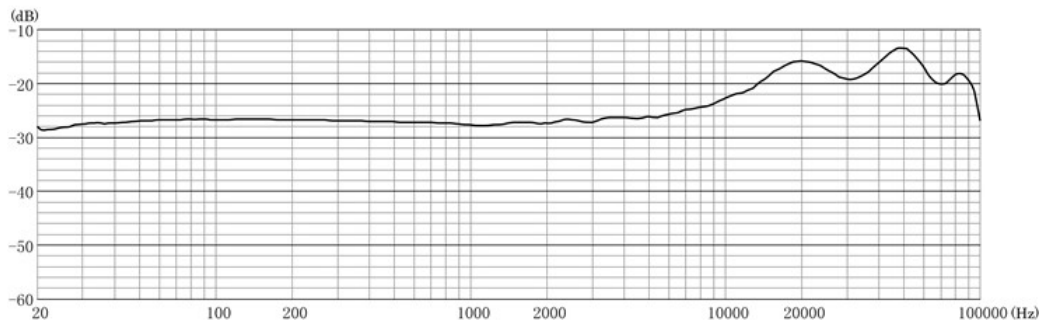
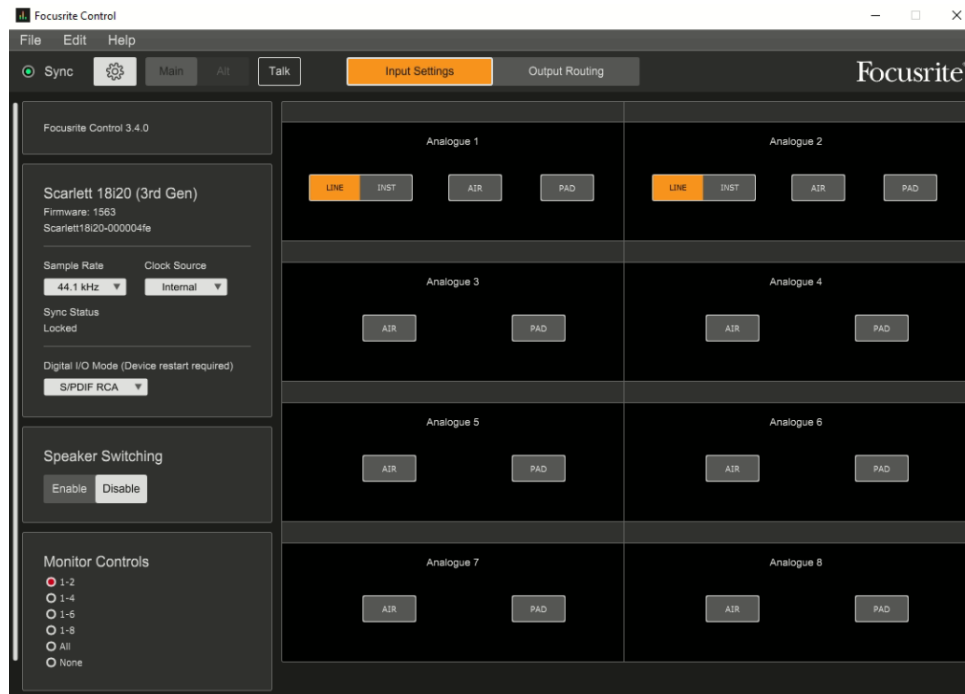
- Ääni heijastuu takaisin inversiokerroksesta



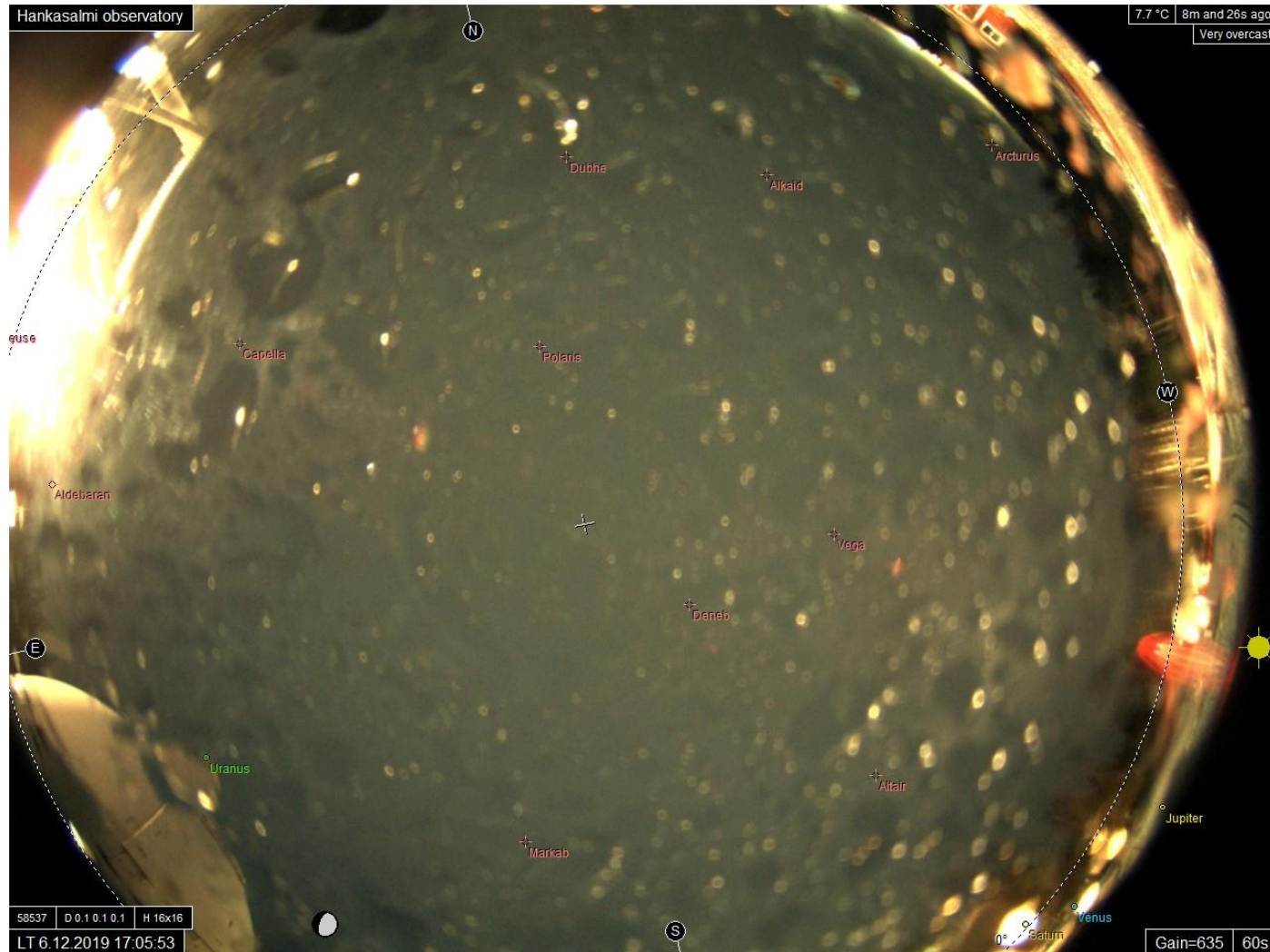
# Äänten tallennus

- 4x mikrofoni
- Focusrite-äänikortti
- Sennheiser-mikrofonit 4 kpl
  - 10 – 60 kHz
- Tallennus taajuus valittavissa
  - Toistaiseksi 44.1 kHz

CO-100K

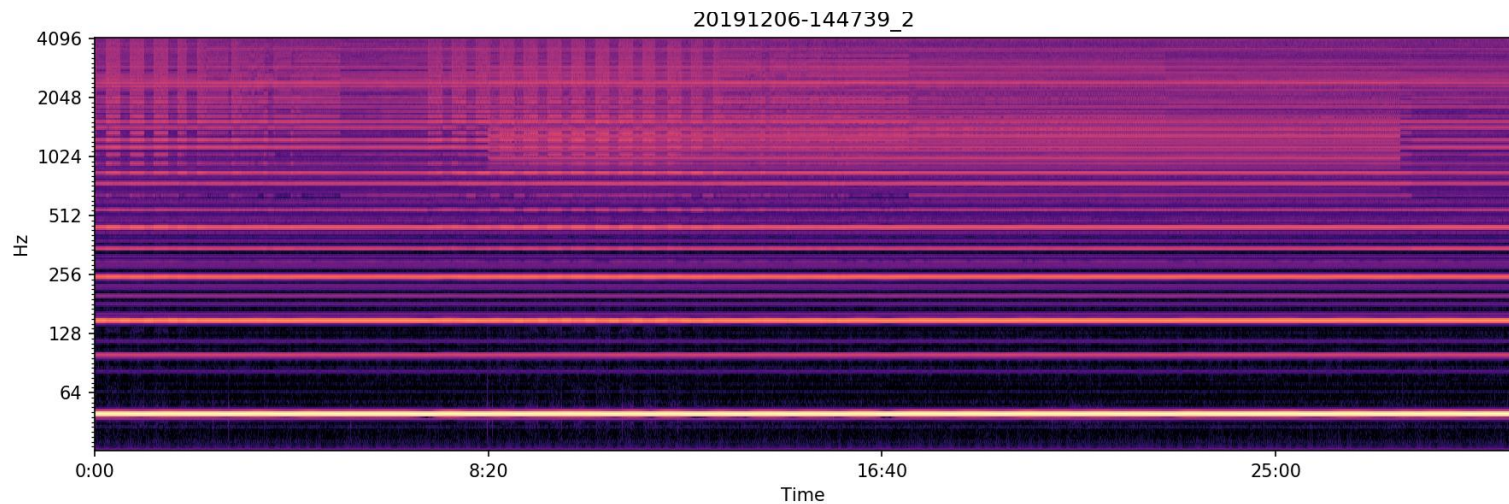
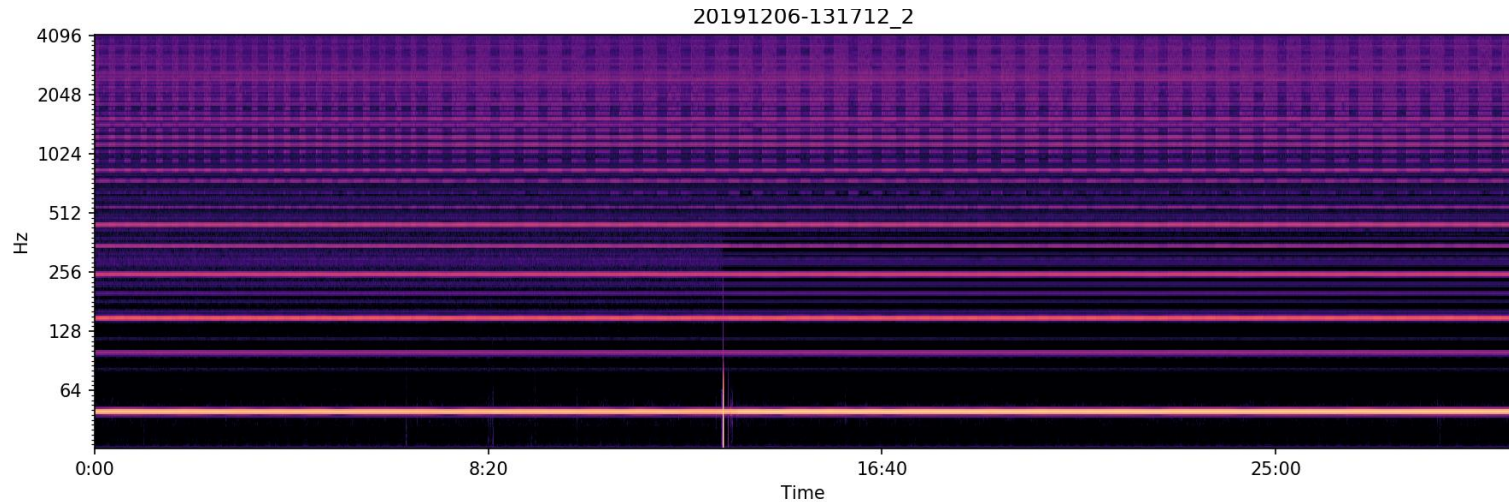


# Onko näkynyt revontulia?

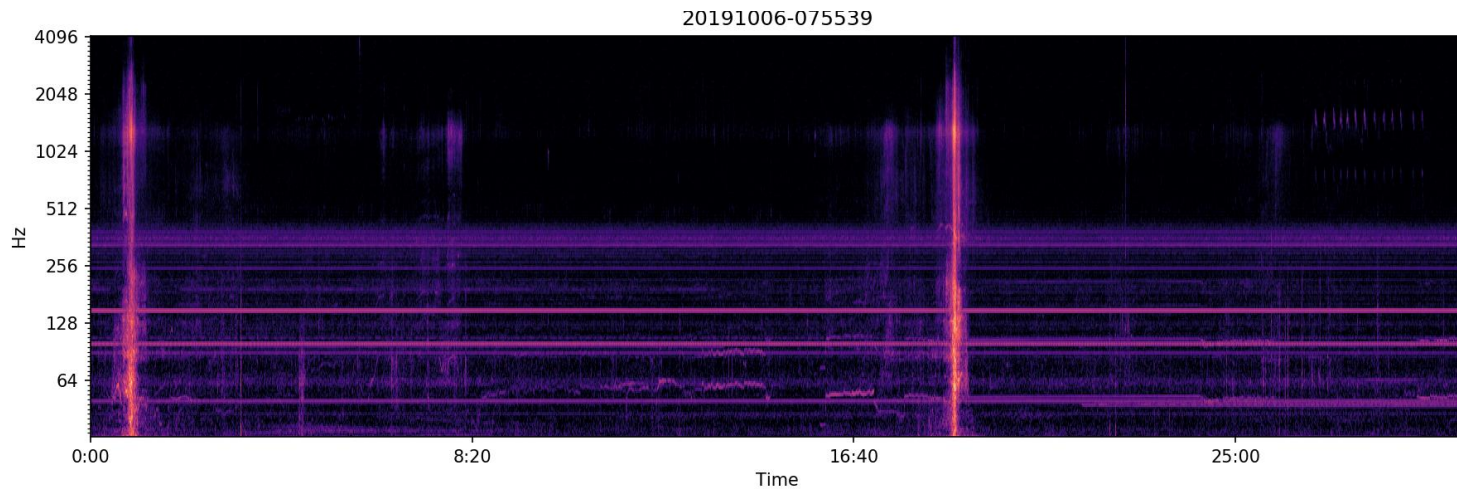
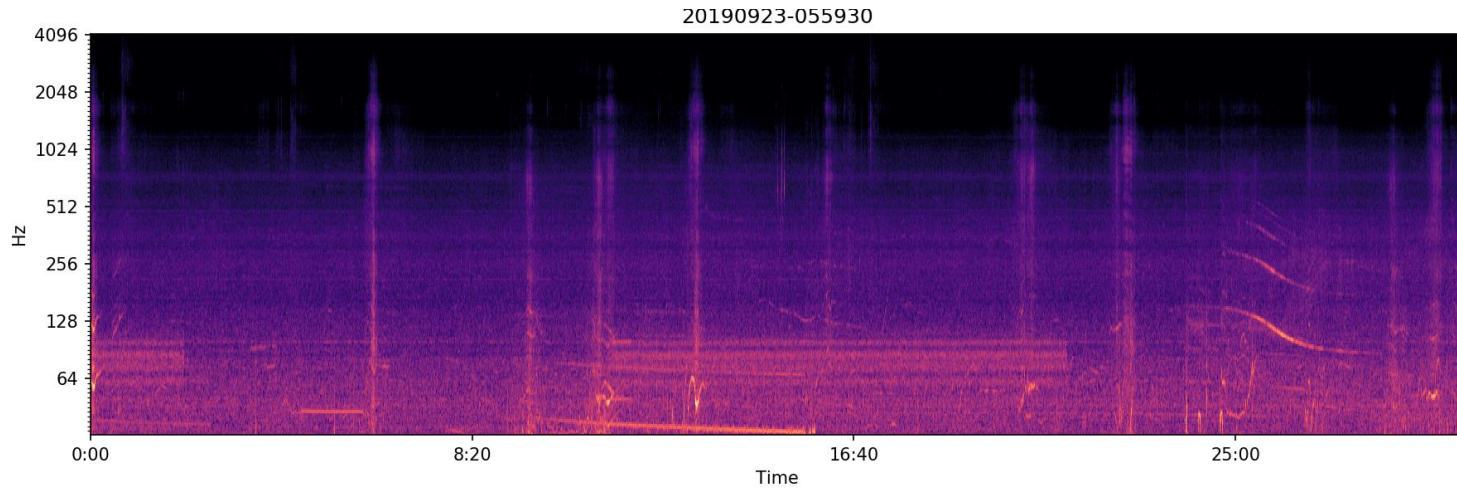




# Sähkömagneettisia pulsseja?



# Onko kuulunut revontulien ääniä?



# Kiitokset talkooväelle!



- Ari Jäsberg
- Arto Oksanen
- Atte Oksanen
- Eerik Rutanen
- Harri Kiiskinen
- Irma Aroluoma
- Jorma Mustonen
- Pertti Kovala
- Pertti Poutiainen
- Petri Tikkanen
- Riku Pitkänen
- Sampsa Lahtinen
- NN, NN

- Talkootyötä tehty lokakuun 10. päivä mennessä yli 400 h
- Yhdistykselle hankittu yli 6000€



## SUURI KIITOS!

- Anja Kauppinen
- Leader maaseutukehitys
- Hankasalmen kunta
- Suurosen perhe





**Tätä kohdetta on tuettu  
Manner-Suomen maaseudun  
kehittämishjelmasta.**

**Jyväskylän Sirius ry  
Revontulien kuuntelulaitteisto  
Hankasalmen Observatorioon**

**Rahoittaja: Leader Maaseutukehitys**



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin



Ihmisten kokoisille ideoille!



Euroopan maaseudun  
kehittämisen maatalousrahasto:  
Eurooppa investoi maaseutualueisiin